

## Mise en place d'un protocole photogrammétrie et SIG dès la fouille préventive : la sépulture collective de Mas Rouge à Montpellier (Hérault)

Yaramila Tchérémissinoff et Maxime Seguin

---



### Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/pm/1757>

ISSN : 2105-2565

### Éditeur

Association pour la promotion de la préhistoire et de l'anthropologie méditerranéennes

### Référence électronique

Yaramila Tchérémissinoff et Maxime Seguin, « Mise en place d'un protocole photogrammétrie et SIG dès la fouille préventive : la sépulture collective de Mas Rouge à Montpellier (Hérault) », *Préhistoires Méditerranéennes* [En ligne], 7 | 2019, mis en ligne le 29 octobre 2019, consulté le 29 janvier 2021.

URL : <http://journals.openedition.org/pm/1757>

---

Ce document a été généré automatiquement le 29 janvier 2021.

Tous droits réservés

---

# Mise en place d'un protocole photogrammétrie et SIG dès la fouille préventive : la sépulture collective de Mas Rouge à Montpellier (Hérault)

Yaramila Tchérémissinoff et Maxime Seguin

---

## NOTE DE L'ÉDITEUR

Reçu le 17/04/2019 — Accepté 17/05/2019

## Introduction

- 1 La sépulture collective de Mas Rouge, située dans la plaine littorale au sud de Montpellier (Hérault), a été fouillée dans le cadre de grands travaux linéaires fin 2013/début 2014, sur une durée de cinq mois et demi, avec une équipe de six personnes en moyenne (travaux Inrap, resp. Y. Tchérémissinoff) (fig. 1). Elle se situait dans la proximité immédiate des vestiges d'un vaste habitat contemporain (Néolithique final, Ferrières), reconnu sur une superficie de plus de cinq hectares. La sépulture a finalement livré les restes d'environ deux-cents individus, scellés dans l'effondrement d'une architecture en terre bâtie en sous-sol.

# 1. Vue zénithale partielle d'un décapage



Photos : D. Baudais

- 2 La fouille de la structure a débuté en l'absence d'anthropologue. Lorsque nous avons entamé son diagnostic complémentaire, à la demande du SRA, la structure avait été abordée par 1/4 opposés, à différents niveaux de décapage (présence de forts paliers) (fig. 2). Nous nous sommes donc attachés à restituer, dans un premier temps, une lecture planimétrique mais, au regard de la dynamique des effondrements et comblements, il n'a pas été possible d'empêcher la désynchronisation des horizons structurels/chronologiques lors de la fouille qui a suivi, ce qui a constitué une forte contrainte (*infra*).

2. À gauche : états de la fouille à notre arrivée sur la structure ; à droite : état de la fouille à l'issue de notre diagnostic complémentaire (le sondage mécanique a été réalisé avant notre intervention)



Photos : Y. Tchérémissinoff

- 3 Les informations disponibles à l'issue du diagnostic étaient les suivantes (fig. 3 et 4). D'une part, les ossements étaient nombreux mais répartis de manière irrégulière ; certains ensembles présentant de nombreuses connexions anatomiques, d'autres étant fragmentés et dispersés (le NMI était alors évalué à 60). D'autre part, le comblement se composait essentiellement de terre architecturale présentant encore une organisation partielle et pouvant donc nous renseigner sur la structuration de l'espace. Le tout était diversement altéré par le feu.

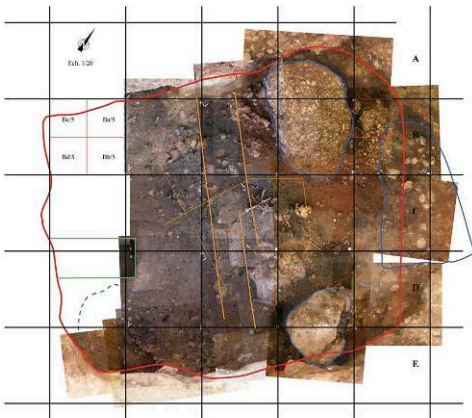


### 3. États du comblement et des vestiges à l'issue de notre diagnostic



Photos : Y. Tchérémissinoff

### 4. Vues montrant des vestiges d'architectures et, notamment, de nombreux éléments en terre



Photos : Y. Tchérémissinoff

## Relevés

- 4 **Le lever de la structure** et du mobilier associé nécessitait la production de supports graphiques à l'échelle 1/10<sup>ème</sup>. Compte tenu du rythme de fouille, ces documents devaient être produits chaque semaine afin de pouvoir procéder à l'enregistrement des unités stratigraphiques, au démontage et au prélèvement du mobilier. Le lever photogrammétrique a pleinement répondu à ces contraintes, de par sa souplesse de mise en œuvre et sa capacité à produire des documents graphiques qui intègrent l'information colorimétrique (fig. 5).
- 5 Le logiciel *MicMac* (développé par l'Institut Géographique National et diffusé sous licence libre) a été utilisé pour produire les orthophotographies, les nuages de points et les modèles numériques de surfaces hebdomadaires (fig. 6 et 7). Un lever photogrammétrique de la structure en fin de fouille a également été réalisé afin de produire des coupes et des sections (fig. 8).

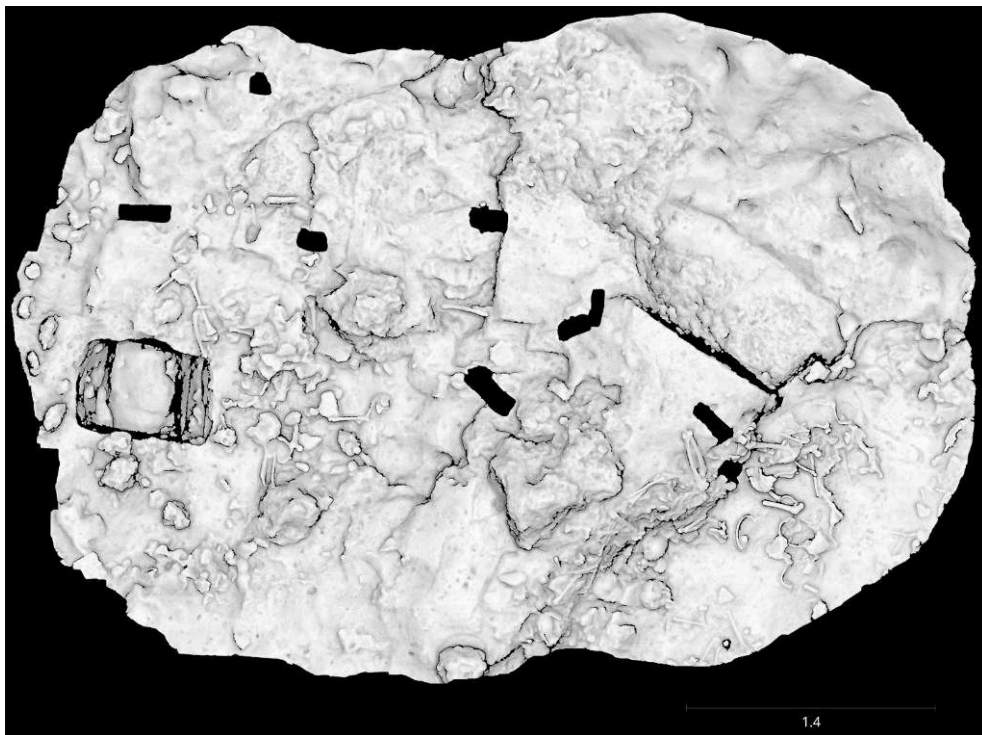
### 5. Orthoimage d'un décapage



Crédits : M. Seguin

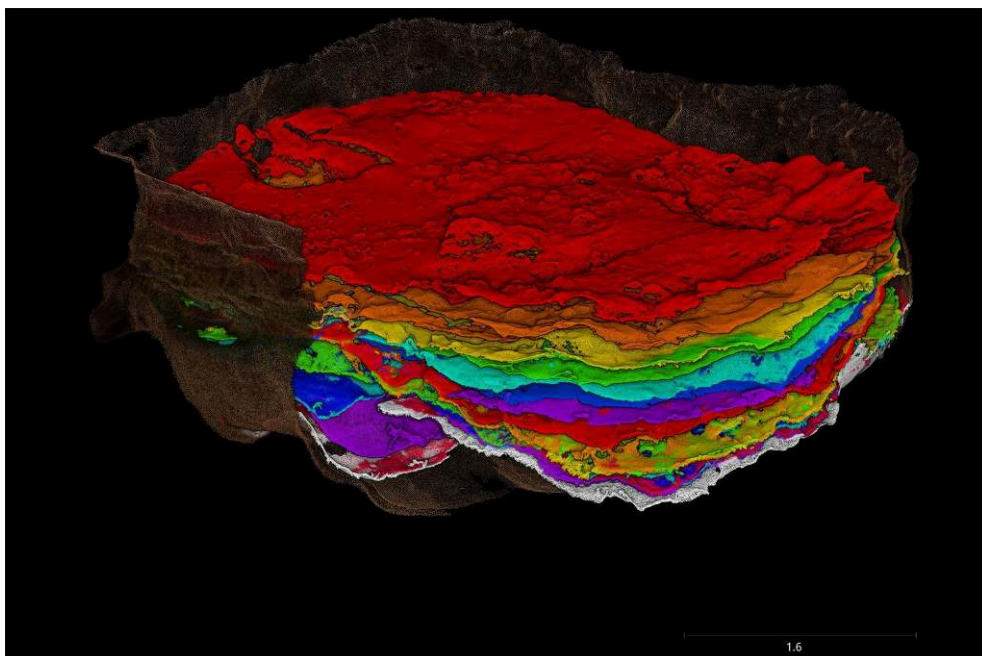


## 6. Modèle numérique de surface



Crédits : M. Seguin

## 7. Nuages de points des principaux décapages



Crédits : M. Seguin

## 8. Nuage de points du volume final de la structure



Crédits : M. Seguin

- 6 Dans un premier temps, les orthoimages ont été imprimées de manière à servir de **support à un enregistrement classique**, notamment pour les problématiques sédimentaires et **architecturales** (fig. 9). Ainsi, les impressions ont été redessinées et annotées dès la phase terrain dans la perspective de circonscrire, caractériser et analyser les unités stratigraphiques (travaux Emilie Leal)<sup>1</sup>.

## 9. Impression d'une photogrammétrie partielle servant de support à l'analyse et à l'enregistrement des unités stratigraphiques

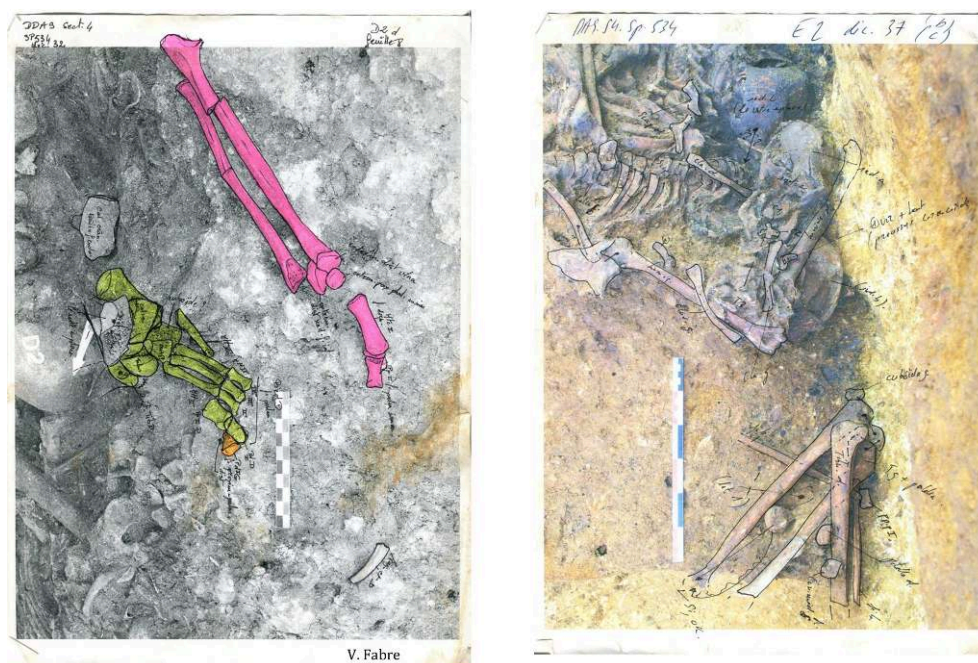


Orthoimage : M., Seguin ; analyse : E. Leal



- 7 En ce qui concerne plus précisément **les aspects ostéologiques** (travaux terrain : Y. Tchéremissinoff, V. Fabre, R. Donat, M. Fabre), le protocole qui a été établi, au regard des informations disponibles à l'issue de notre diagnostic, fut le suivant :
- Réaliser un dégagement optimum **en respectant les autres constituants de la tombe** ;
  - Faire un enregistrement général par le biais de la photogrammétrie (**pas de prises d'altitudes**) et adjoindre éventuellement des prises de vue de détail ;
  - Démonter sur tirages photos (orthophotos ou standards) commentés (fig. 10) ;
  - Enregistrer par ¼ de mètre et décapage (**pas de numérotation individuelle des ossements**).

#### 10. Tirages photographiques servant de supports aux annotations de démontages ostéologiques



Photos et dessins : Y. Tchéremissinoff et V. Fabre

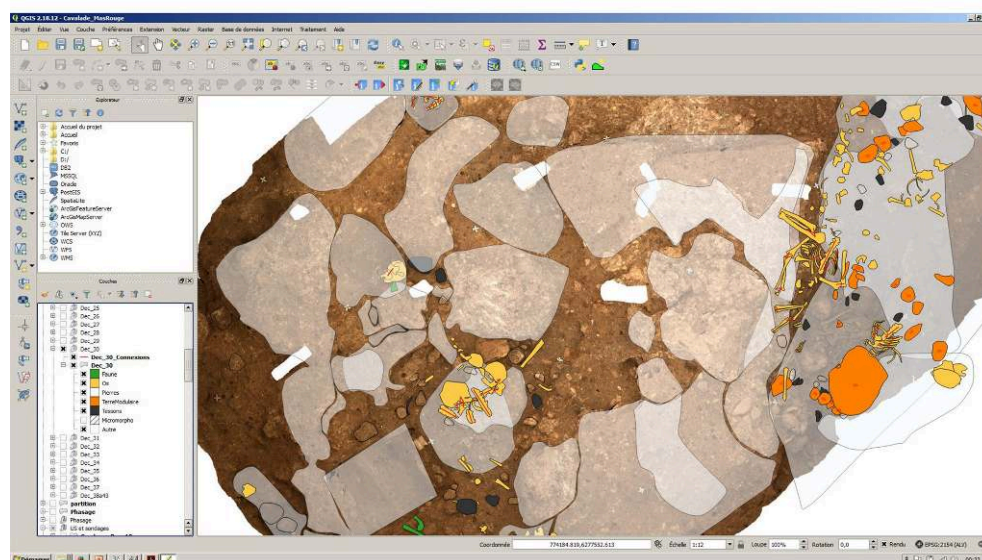
## Élaboration de la documentation graphique

- 8 L'élaboration de la documentation graphique (conception, architecture, préparation : M. Seguin ; Infographie : mise en forme : Y. Tchéremissinoff, F. Robin) a été conçue de la manière suivante :
- Les orthoimages ont été intégrées dans le logiciel « Qgis » ;
  - L'infographie a été, dans un premier temps, réalisée avec *Adobe Illustrator* (à partir des orthoimages). Ce choix a été orienté par le fait que ce lourd travail (6326 « objets » de dessin brut), ne pouvait être entrepris avec un logiciel qui n'était pas encore maîtrisé par l'équipe ;
  - L'ensemble des mobiliers dessinés avec le logiciel *Adobe Illustrator* ont été convertis au format ESRI Shapefile à l'aide du logiciel *AutoCAD Map* afin de pouvoir être intégrés dans le système d'information géographique (fig. 11). Les tables attributaires ont été

renseignées avec des informations permettant de catégoriser les mobiliers en grandes catégories (os, tesson, prélèvement, etc. ; fig. 12) ;

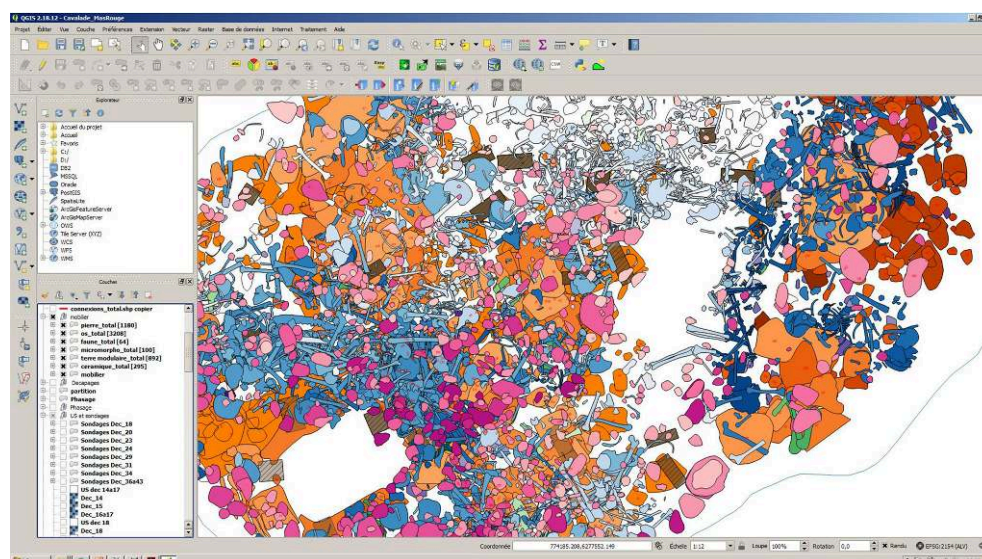
# 11. Exportation vers « Qgis » des objets dessinés sur « Adobe Illustrator » ; travaux d'exportation M. Seguin

Exportation des dessins dans Qgis 1



Infographie : Y. Tchérémissinoff, M. Seguin

# 12. Catégorisation des objets « mobiliers » par grandes familles lors de leur exportation vers « Qgis » ; travaux d'exportation M. Seguin



Infographie : Y. Tchérémissinoff, M. Seguin

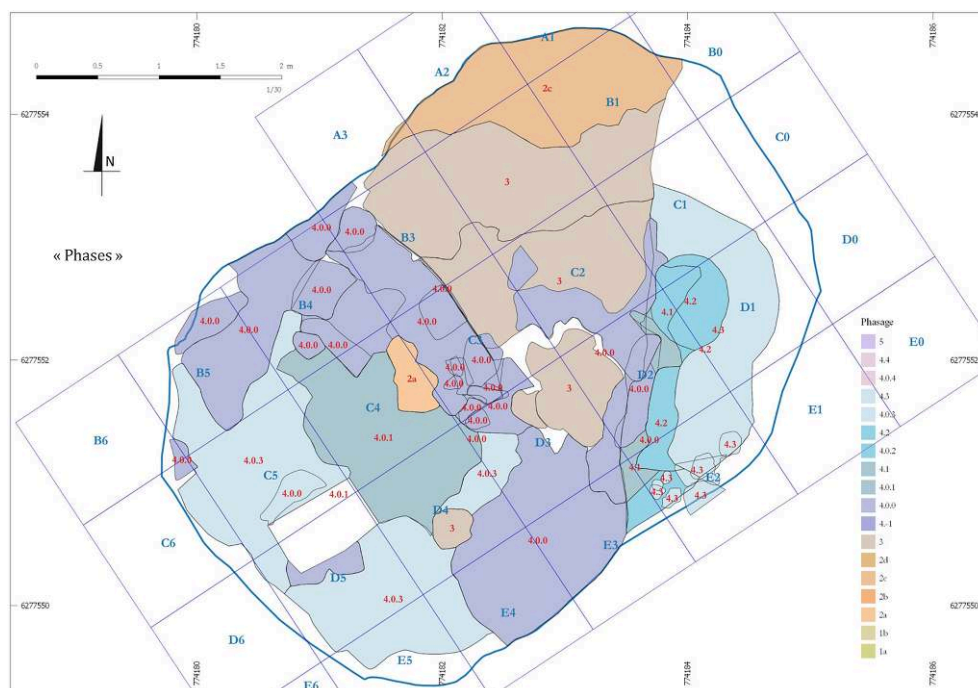
- 9 - Les unités stratigraphiques ont été majoritairement numérisées directement sur Qgis à partir des orthoimages ;
- À l'issue de leur catégorisation par grande famille, les objets « mobiliers » ont tous été attachés à une unité stratigraphique (us), les us étant elles-mêmes renseignées à partir de l'enregistrement/analyse de terrain (à trois niveaux, infra). Il est donc à souligner



que la colonne « US » constitue presque toujours la colonne de jointure des tables attributaires. Dans le cas où l'us n'a pu être renseignée (enregistrements antérieurs à la fouille), le numéro de décapage est alors sollicité. Ainsi, les tables « mobilier » et « US » constituent les deux squelettes du SIG ;

- L'arbre stratigraphique, issu de l'analyse *in situ*, a été élaboré conjointement à ce travail. Dans son prolongement, le phasage (temporel et/ou structurel) de la tombe a pu être restitué, d'abord en 2D sur Qgis (fig. 13 et 14), puis en 3D avec le logiciel CloudCompare. En effet, les travaux de catégorisation par phases ont permis de découper les modèles numériques de surface et de produire un nuage de points pour chaque unité stratigraphique au sein de chaque phase. Ces parties d'unités stratigraphiques ont ensuite été assemblées afin de les visualiser dans leur intégralité. Le découpage et l'assemblage de ces fichiers a été effectué à l'aide de scripts afin d'automatiser les traitements sur les lots de fichiers ;

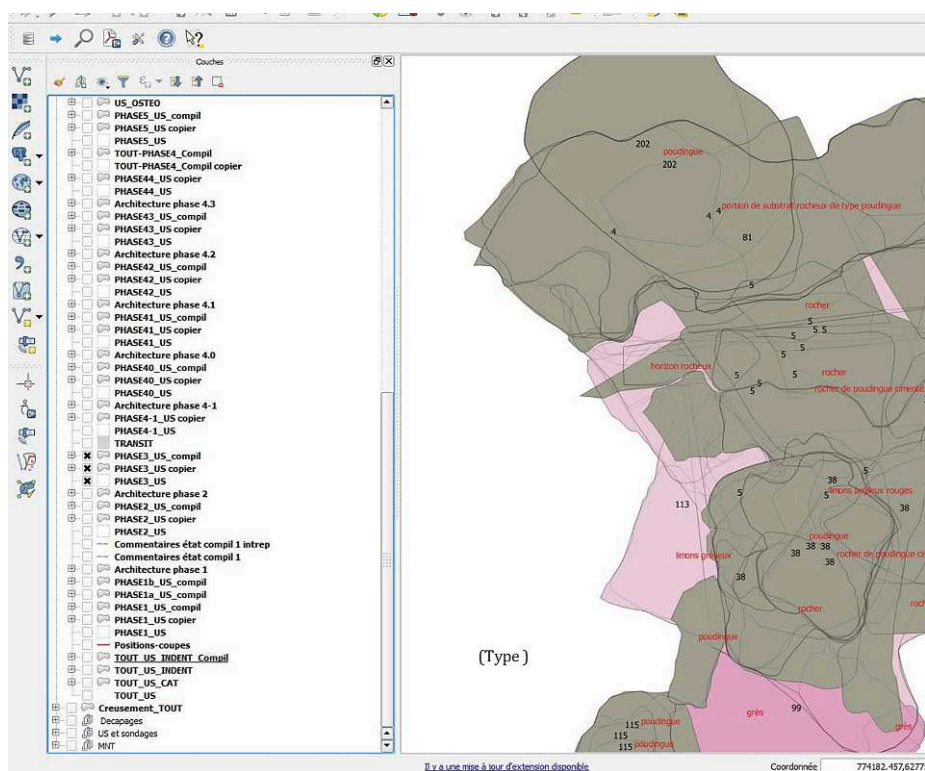
### 13. « Phasage » des unités stratigraphiques (us) par le biais de la table attributaire « US » ; travaux stratigraphiques E. Leal



Infographie : Y. Tchérémissinoff, M. Seguin



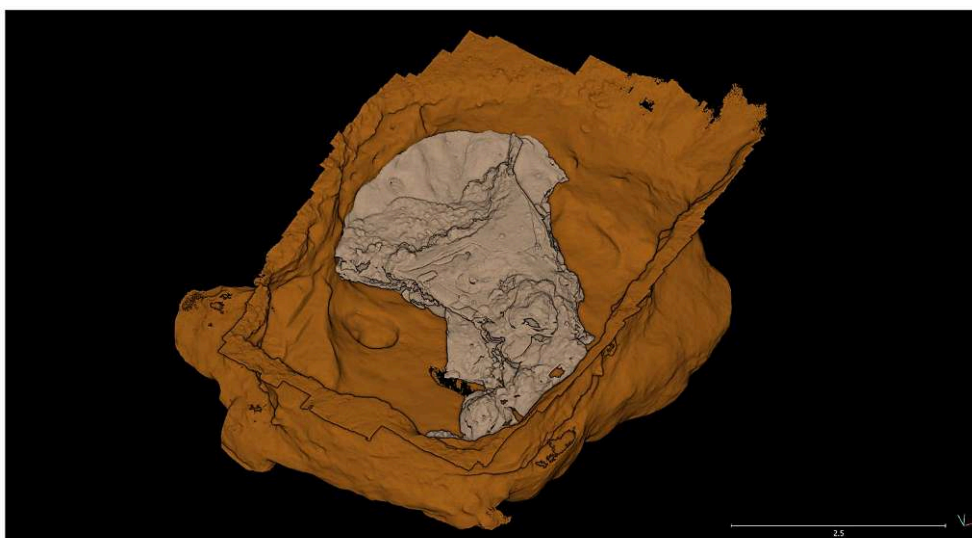
#### 14. Illustration d'une compilation d'élémentsphasés présents sur plusieurs décapages en 2D



Infographie : Y. Tchéreminoff, M. Seguin

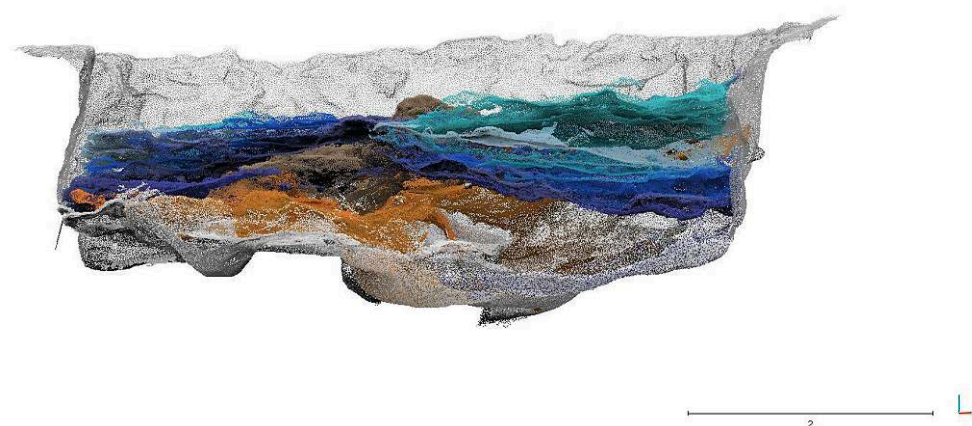
- 10 - Les différentes phases ont été regroupées dans des fichiers au format *CloudCompare* afin de conserver l'arborescence des différentes unités stratigraphiques (fig. 15). L'exploitation des nuages de points dans ce logiciel a permis de vérifier certaines hypothèses et le diagramme stratigraphique. Des coupes et des sections ont également été réalisées *a posteriori* sur ce modèle numérique. Cette possibilité constitue indéniablement un atout majeur de l'outil dans sa mise en œuvre (fig. 16) ;

15. Découpage, assemblage et visualisation 3D dans « *CloudCompare* » de deux « phases »



Infographie : M. Seguin

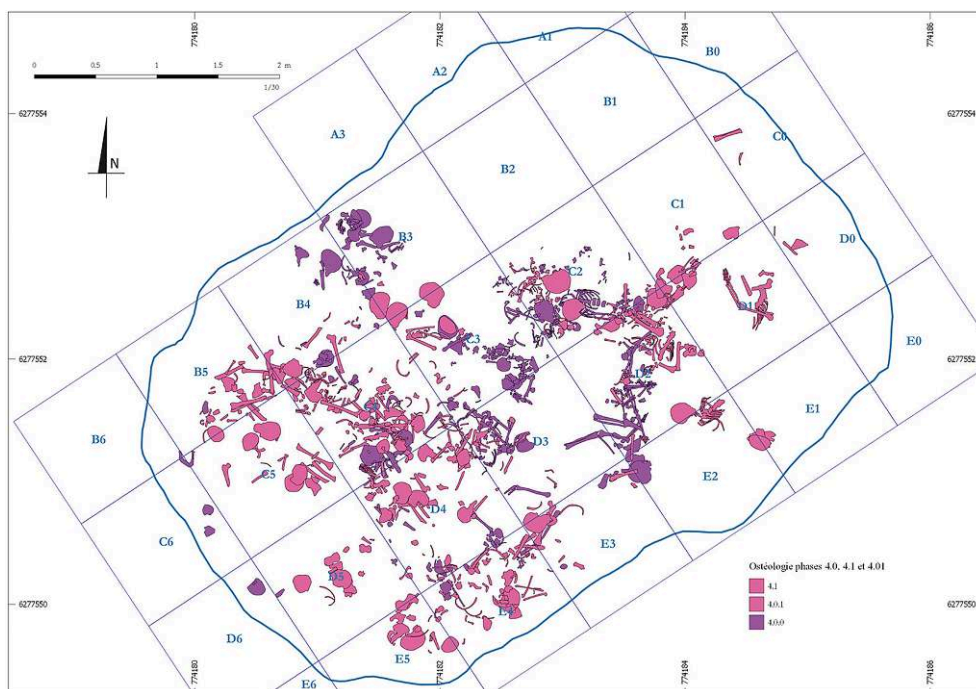
16. Recomposition stratigraphique après phasage et exportation vers « *CloudCompare* » ; travaux E. Leal, M. Seguin



Infographie : M. Seguin, E. Leal

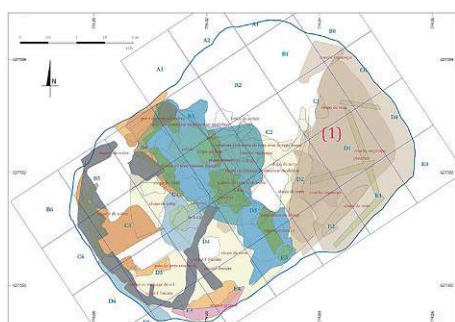
- 11 - Enfin, les compilations et représentations graphiques liées à l'interprétation ont été conçues directement sur le SIG par le biais des tables attributaires principales (fig. 17 et 18) ou connexes (fig. 19).

# 17. Illustration d'une catégorisation d'objets (os humains) par phases/ensembles

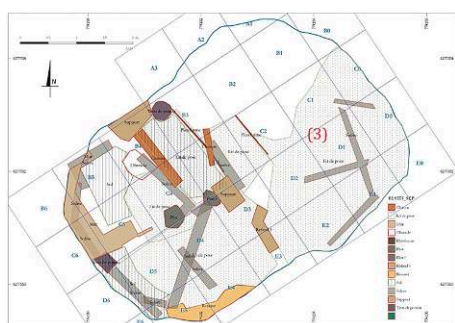
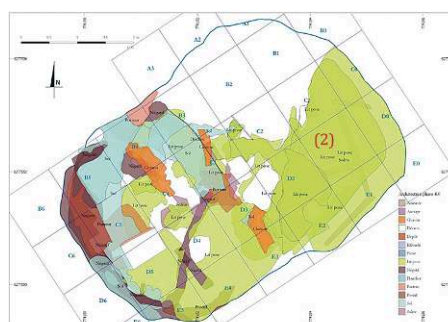


Infographie : Y. Tchérémissinoff, M. Seguin

# 18. Illustration de l'horizon structural 4.0, catégorisé avec trois niveaux d'entrée successifs de la table attributaire : « type » / « identification » / « interprétation » ; travaux E. Leal



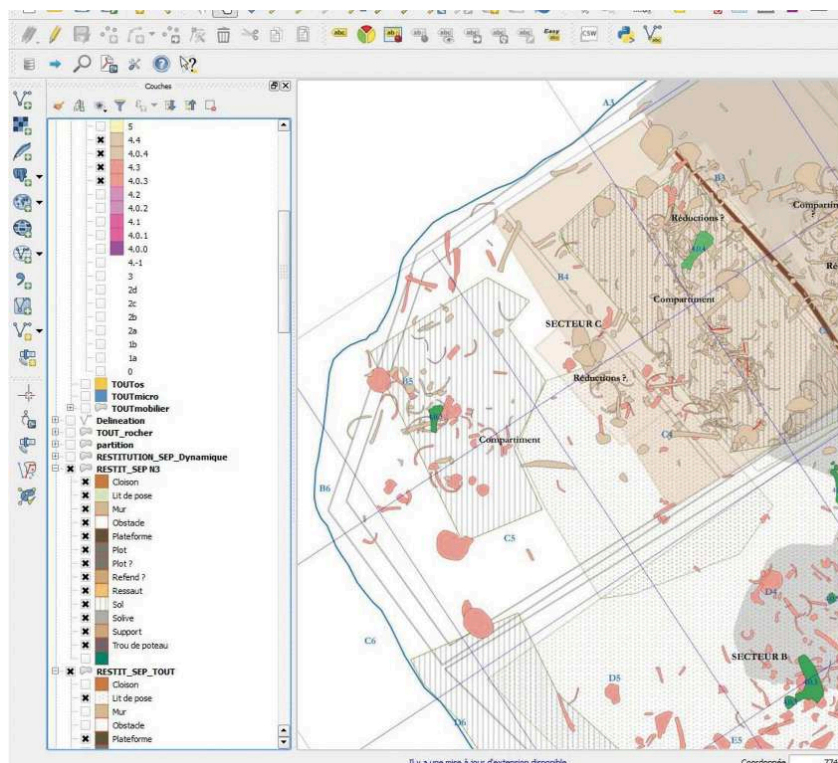
Description (type) : terre architecturale (1)  
 Identification : chape de terre (2)  
 Interprétation : lit de pose (3)



Infographie : Y. Tchérémissinoff, avec la coll. de M. Seguin et F. Robin



# 19. États ostéologiques surimposés à un « shape » dévolu à l'interprétation fonctionnelle (table d'attribut connexe dédiée)



Infographie : Y. Tchérémissinoff, avec la coll. de M. Seguin et F. Robin

- 12 Dans les derniers niveaux, les vestiges ostéologiques se sont considérablement **densifiés** à l'est (fig. 20). Il convient d'ajouter que le tout présentait une grande fragilité. Il n'a alors plus été possible d'individualiser des décapages orthophotographiés. Etant donné les contraintes de temps (deux semaines de fouille restantes), nous avons donc décidé de procéder à un démontage global (par quart de m<sup>2</sup> mais sans prises de vue intermédiaires systématiques) de l'horizon ostéologique, extrêmement compacté et pratiquement dépourvu de sédiment dans ses vingt derniers centimètres.

## 20. Illustration de la densification des vestiges dans les dernières semaines de la fouille



Photos : Y. Tchérémissinoff, E. Leal

- 13 Pour conclure, il est important de souligner que, compte tenu des spécificités de la structure et des contraintes d'intervention, le protocole initial, mais aussi ses déclinaisons, a privilégié tout au long de la fouille la compréhension plutôt que la démonstration. En effet, nous avons préféré assurer la fouille exhaustive du gisement (sur trente décapages) avec la prise d'informations la plus totale possible pour une confrontation entre tous les éléments, que consacrer du temps à la figuration individuelle de chaque vestige ostéologique sur plan, en vue d'une démarche archéothanatologique « orthodoxe » qui n'aurait pu, elle-même, être aboutie.

## Bilan critique de la méthodologie mise en œuvre

- 14 En ce qui concerne la **fouille**, il s'est avéré très compliqué d'ajuster le rythme de prélèvement à la densification des vestiges. Il a été nécessaire, en l'occurrence, de réaliser des compléments de démontage (ostéologiques et autre) de manière à optimiser les décapages principaux, maintenus au rythme d'un enregistrement général par semaine.
- 15 En ce qui concerne l'**enregistrement** et le prélèvement, des compléments photographiques ont dû être réalisés hors enregistrement photogrammétrique général hebdomadaire, ils sont donc peu réintégrables au SIG. Par ailleurs, un manque de lumière chronique (fouille sous barnum en hiver), a posé un problème de dynamique des orthoimages. La précision s'avère fréquemment insuffisante pour une analyse ostéologique *a posteriori*, elle relève, en l'occurrence, plus souvent d'une échelle 1/10, plutôt que du 1/5 attendu pour cet exercice.

- 16 Enfin, le traitement des orthoimages et l'ensemble de la chaîne infographique, tout poste confondu, représente un **pooids** d'environ 25 % du volume global de la post-fouille, ce qui n'est pas négligeable.

## Perspectives

- 17 Pour le **site** (dans le cadre des aspects présentés), il reste à réaliser la volumétrie de chaque us, en vue du travail dédié à une restitution architecturale dans les 3 dimensions. Une reconstitution des orthoimages sur la base du phasage sera aussi expérimentée. La finalisation de la cartographie et/ou du dessin des objets reste également à réaliser (acquisitions SIG).
- 18 Pour les futurs protocoles destinés aux sépultures collectives, il faudra, en premier lieu, s'assurer d'une lumière suffisante pour un relevé de haute définition. L'autonomisation de l'équipe pour la prise de vue photogramétrique (en cours sur les fouilles préventives dans notre région) s'avère également indispensable en vue d'intégrer la totalité de l'enregistrement, même intermédiaire et localisé, au SIG. Pour cela, dans un espace contraint, des prises de vue sur rail ou la mise en place d'un carroyage aérien pouvant être projeté rapidement est à envisager dès la programmation de la fouille. Il sera possible ainsi, si cela s'avère utile, de **dissocier les prélèvements « mobiliers » des arrêts décapages** afin de pouvoir enregistrer **les horizons stratigraphiques les plus cohérents** (tout en maintenant les liens entre objets et unités). Si la conservation du mobilier le permet, il sera, par ailleurs, souhaitable de coupler la photogrammétrie avec un prélèvement topographié par pièce (ou ensemble), afin d'obtenir rapidement une (première) image de la dynamique ostéologique, en cours, ou dès la sortie du terrain. Dans ce cas, il sera indispensable de **coter les connexions anatomiques comme des objets en les codifiant**.
- 19 Le diagnostic des sépultures collectives ainsi que leur fouille en contexte préventif demeurent des opérations très complexes (nombre et densité des vestiges, imbrication, exigüité, altération, variabilité des mises en œuvre/gestion...). En conséquence, il faut envisager dès le début de la phase terrain, que la complexité des vestiges puisse être encore bien supérieure à celle attendue, afin de pouvoir anticiper au mieux un éventuel réajustement de la méthodologie.

---

## NOTES

1. **Leal et coll. 2019**, LEAL É. avec la collaboration de TCHÉRÉMISSINOFF Y., SEGUIN M., WATTEZ J., Méthodologie appliquée aux vestiges architecturaux en terre crue de la maison funéraire sur cave Néolithique final Ferrières du site de « Mas Rouge » (Montpellier, Hérault, France), in Lemerrier O., Sénépart I., Besse M., Mordant C., *Habitations et habitat du Néolithique à l'âge du Bronze en France et ses marges, Actes des 11e Rencontres Nord/Sud de Préhistoire récente, Dijon, 19-21 novembre 2015*, Toulouse, Éditions Archives d'Écologie Préhistorique, p. 336 - 339.



---

## AUTEURS

### **YARAMILA TCHÉRÉMISSINOFF**

Inrap et Aix-Marseille Univ, CNRS, Minist Culture - LAMPEA-UMR7269, Aix-en-Provence, France  
— yaramila.tcheremissinoff@inrap.fr

### **MAXIME SEGUIN**

Inrap, 561 rue Etienne Lenoir, Km delta, 30900 Nîmes / IRAA USR 3155, Aix-en-Provence —  
maxime.seguin@inrap.fr